

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:** 102 61 027.4

**Anmeldetag:** 24. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Winkelauflösendes Antennensystem

**IPC:** G 01 S, H 01 Q

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Kahle

20.12.02 Sk/Ho

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Winkelauflösendes Antennensystem

Stand der Technik

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit und Entfernung von Objekten im Straßenverkehr ist es üblich, Puls-Radar-Systeme zu verwenden (WO 99/42856).

Aus der DE 44 12 770 A1 ist es bekannt, für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar sich überlappende Antennenkeulen zu erzeugen, wobei die Strahlungskeulen auch geschwenkt werden können. Als Sende- und Empfangsantenne wird dort entweder ein Erregersystem benutzt, oder es ist eine separate Sende- und Empfangsantenne vorgesehen.

Aus der WO 02/15334 ist ein Mehrstrahl-Antennenarray bekannt mit einem Strahlformnetzwerk und einem Strahlkombinationsnetzwerk. Es sind dort Maßnahmen getroffen, dass Sende- und Empfangskeulen genau in die gleiche Richtung weisen.

Vorteile der Erfindung

Mit den Maßnahmen gemäß Anspruch 1, d. h. durch zwei Radarsensoren für die Bestimmung der Entfernung und Winkelablage mit jeweils einer separaten Sende- und Empfangsantenne, umschaltbaren Empfangsantennen für die zwei Radarsensoren sowohl hinsichtlich ihrer Hauptstrahlrichtung als auch ihrer Strahlöffnungsbreite und einer Auswerteeinrichtung zur Gewinnung der Winkelablage aus den Empfangssignalen der beiden Radarsensoren in unterschiedlichen Schaltzuständen ihrer Empfangsantennen, können insbesondere für die Feststellung der Winkelablage Radarsensoren eingespart werden. Zwei unterschiedliche Empfangsantennencharakteristiken lassen eine Aussage über die Winkelablage eines Ziels zu.

Neben der Auswertung der Winkelablage mit nur zwei Radarsensoren ergibt sich eine Erhöhung der Reichweite. Die Umschaltung bzw. freie Wahl der Antennencharakteristiken bezüglich ihrer Hauptstrahlrichtung und Strahlöffnungsbreite ergibt eine hohe Flexibilität für unterschiedliche Anwendungen, z. B. ACC, TWD, PP, im Nah- und Fernbereich. Bei abgeschalteten zusätzlichen Antennenenergerspalten kann das Antennensystem seine herkömmliche Performance liefern.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen aufgezeigt.

#### Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen Radarsensor mit jeweils einer Sende- und einer Empfangsantennenspalte, Figur 2 eine Antennencharakteristik in Azimuth-Richtung für Sende- und Empfangsantenne,

Figur 3 verschiedene Zielszenarien mit umschaltbarer Antennencharakteristik einer Empfangsantenne,

Figur 4 eine Zielsituation mit Antennencharakteristiken von drei Radarsensoren ohne Umschaltung der Antennencharakteristiken,

Figur 5 die Figur 4 entsprechende Zielsituation mit zwei Radarsensoren mit Umschaltung der Antennencharakteristiken,

Figur 6 Antennencharakteristiken mit zwei umschaltbaren Radarsensoren und nach außen weisenden Antennencharakteristiken bezüglich der Empfangsantenne mit schmaler Strahlöffnungsbreite,

Figur 7 einen Radarsensor mit Ausrichtung der Antennencharakteristiken mit schmaler Schmalöffnungsbreite in Richtung der Sensorachse,

Figur 8 die Antennencharakteristiken zweier Arrays von Patch-Antennen,

Figur 9 die Ausbildung eines Patch-Antennen-Arrays und die Signalauswertung.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine bekannte Antennenanordnung mit jeweils einer Spalte 1 von vier Patch-Erregern zum Senden und eine davon getrennte Spalte 2 von vier Patch-Erregern zum Empfangen. Ein einzelner Patch-Erreger hat einen Öffnungswinkel von ca. 90°.

Werden wie hier mehrere, z. B. vier Patche in einer Spalte angeordnet, verringert sich der vertikale Antennenöffnungswinkel (Elevation) mit der Anzahl der Antennenelemente. Mit den vier Patch-Erregern nach Figur 1 wird ein vertikaler Öffnungswinkel von  $30^\circ$  erreicht. In der horizontalen Richtung (Azimuth) ändert sich nichts gegenüber einem Einzelreger, d. h. der Öffnungswinkel beträgt  $90^\circ$ . Die zu Figur 1 gehörigen Antennencharakteristiken sind in Figur 2 dargestellt. Die Antennencharakteristiken für Senden und Empfangen in Azimuth sind praktisch gleich.

Werden nun ein oder mehrere Spalten zu einem Empfangsantennenarray zusammengefasst, so lassen sich auch in Azimuth Strahlformungen durchführen. Das Antennendiagramm lässt sich schwenken, wenn zusätzlich die einzelnen Spalten separat mit in der Phase verschiebbaren Signalen angesteuert werden. Dazu können pro Spalte Phasenschieber 3 mit unterschiedlichen Verzögerungszeiten vorgesehen sein (Figur 9, deren Ausgangssignale in der Auswerteeinheit 4 gemeinsam verarbeitet werden, um die Winkelablage aus den Empfangssignalen der beiden Radarsensoren in unterschiedlichen Schaltzuständen zu ermitteln). Beim Antennendiagramm bzw. der Antennencharakteristik kann ebenfalls das Abschalten oder Zuschalten von Antennenspalten variiert werden. In Figur 9 sind zwei zuschaltbare Spalten mit je vier Patch-Erregern dargestellt.

Durch Umschalten der Empfangsantennencharakteristiken können Radarsensoren eingespart werden. Zwei unterschiedliche Empfangsantennencharakteristiken lassen eine Aussage über die Winkelablage eines Ziels zu. Verschiedene Zielszenarien sind in Figur 3 dargestellt. Man erhält also zusätzlich zur Entfernungsinformation die Winkelablage. Die umschaltbaren Antennendiagramme der Empfangsantennen zur Trennung der beiden Ziele sind in Figur 3 dargestellt.

In Figur 4 ist die Situation ACC-Stop-and-Go mit drei Radarsensoren ohne Antennenumschaltung dargestellt. Es werden mindestens drei Radarsensoren 5, 6 und 7 benötigt, um mit Triangulation eindeutig auf zwei Ziele reagieren zu können.

In Figur 5 für die gleiche Situation erfindungsgemäß mit zwei Radarsensoren 8 und 9 bewältigt, und zwar durch Ausbilden der Empfangsantennen der Radarsensoren 8 und 9 als umschaltbar sowie hinsichtlich ihrer Hauptstrahlrichtung und ihrer Strahlöffnungsbreite, insbesondere durch Zu- bzw. Abschalten von Antennenspalten 2, 21, 22 (Figur 9) und der entsprechenden Phasensteuerung. Die beiden schmalen Keulen, d. h. die Antennencharakteristiken mit schmaler Strahlöffnungsbreite, sind aus

der Sensor-Achse, d. h. dem Mittellot der beiden Radarsensoren, in Richtung Fahrzeugmitte geschwenkt. Dadurch wird eine Erhöhung der Reichweite direkt vor dem Fahrzeug erreicht.

5 Folgende Vorteile der Anordnung in Figur 5 gegenüber der Anordnung in Figur 4 sind gegeben:

- Grobe Winkelauflösung eines einzelnen Sensors,
- Einsparung von Radarsensoren,
- 10 - Erhöhung der Reichweite,
- Umschaltung bzw. freie Wahl der Antennencharakteristik ergibt höhere Flexibilität (ACC, TWD, PP).

10

15

Die Antennenspalten werden je nach Anwendung zu- oder abgeschaltet. Die Radarsensoren können bei abgeschalteten zusätzlichen Spalten weiterhin die gleiche Performance liefern, wie in Figur 2 zu sehen ist. Dort ist eine Abwandlung des bekannten Amplituden-Monopolverfahrens dargestellt mit nicht geschwenkten Antennenkeulen.

20

In Figur 6 ist der Fall mit nach außen gedrehten Keulen bezüglich der schmalen Strahlöffnungsbreiten dargestellt. Diese Anordnung ermöglicht eine genaue Detektion an den Grenzen des Fahrschlauchs in Vorwärts- wie auch in Rückwärtsrichtung. Es ist natürlich auch möglich, die schmalen Antennenkeulen in Richtung der Sensorachse auszurichten (Figur 7). Durch geschickte Auswahlverfahren wird der gleiche Vorteil, wie oben beschrieben, erzielt. In Verbund mit dem zweiten Radarsensor lassen sich zwei Ziele eindeutig zuordnen (Figur 8). Der vergrößerte Antennengewinn der Antenne erhöht die Reichweite des Radarsensors. Zusätzlich ermöglicht das Umschalten der Antennencharakteristiken (Keulen) einen optimalen Einsatz des Radarsensors im Nahbereich und in der Ferne. Die Antennencharakteristik bleibt konstant, damit die Sendeleistung nicht umgeschaltet werden muss. Dies wäre eventuell aus

30 Zulassungsgründen nötig.

30

35

Wie Figur 9 zeigt, besteht die Empfangsantenne aus einem Array von einzelnen Patches. Die Ansteuerung der Antennenspalten gibt Auskunft über die Arbeitsweise. Entweder die Signalphasen werden umgeschaltet und es liegt eine schwenkbare Antennenkeule vor, oder die Spalten werden zugeschaltet und es liegt eine deutliche Änderung des Öffnungswinkels der Empfangsantenne vor.

Das Antennensystem nach der Erfindung eignet sich vorteilhaft für die Winkelauflösung bei Puls-Radar-Anwendungen der Kraftfahrzeugtechnik, kann aber auch für andere Anwendungen vorteilhaft eingesetzt werden.

20.12.2002 Sk/Ho

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Ansprüche

1. Winkelauflösendes Antennensystem für Puls-Radar-Anwendungen, insbesondere in der Kraftfahrzeug-Technik mit folgenden Merkmalen:
  - Es sind zwei Radarsensoren (8, 9) für die Bestimmung der Entfernungsinformation und der Winkelablage vorgesehen mit jeweils einer separaten Sendeantenne und einer Empfangsantenne;
  - die Empfangsantennen (2, 21, 22) der zwei Radarsensoren (8, 9) sind umschaltbar sowohl hinsichtlich ihrer Hauptstrahlrichtung als auch ihrer Strahlöffnungsbreite ausgebildet;
  - es ist eine Auswerteeinrichtung (4) vorgesehen zur Gewinnung der Winkelablage aus den Empfangssignalen der beiden Radarsensoren (8,9) in unterschiedlichen Schaltzuständen.
2. Antennensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Umschaltung der Strahlöffnungsbreite mindestens eine zu- und abschaltbare Spalte (21, 22) von Antennenerregern vorgesehen ist.
3. Antennensystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Umschaltung der Hauptstrahlrichtung eine Phasensteuerung unter mindestens zwei Spalten von Antennenerregern vorgesehen ist.
4. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Spalten von Empfangsantennenerregern zu einem Antennenarray zusammengefasst sind, um Strahlformungen in Azimuth-Richtung zu erzielen.

5. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Empfangsantennen unterschiedlicher Radarsensoren mit schmaler Strahlöffnungsbreite bezüglich ihrer Hauptstrahlrichtung vom Mittellot der Radarsensoren weg nach außen gerichtet sind, um insbesondere eine genaue Detektion an den Grenzen eines Fahrschlauches in Vorwärts- und/oder Rückwärtsrichtung zu erreichen.
6. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsantennen unterschiedlicher Radarsensoren (8, 9) mit schmaler Strahlöffnungsbreite bezüglich ihrer Hauptstrahlrichtung zum Mittellot der Radarsensoren (8, 9) geneigt sind, um insbesondere eine erhöhte Reichweite in Fahrtrichtung zu erreichen.



20.12.02 Sk/Ho

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Winkelauflösendes Antennensystem

Zusammenfassung

15

Für ein winkelauflösendes Antennensystem sind nur zwei Radarsensoren (8, 9) vorgesehen mit getrennten Sende- und Empfangsantennen. Die Empfangsantennen (1, 21, 22) der beiden Radarsensoren (8, 9) sind umschaltbar sowohl hinsichtlich ihrer Hauptstrahlrichtung als auch ihrer Strahlöffnungsbreite.

(Figur 9)

20

114

R. 304822

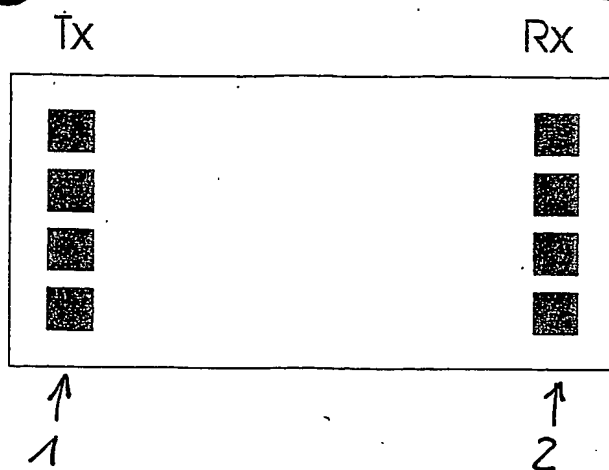


Fig. 1

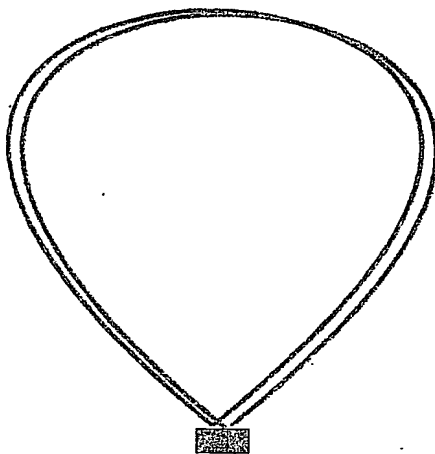


Fig. 2

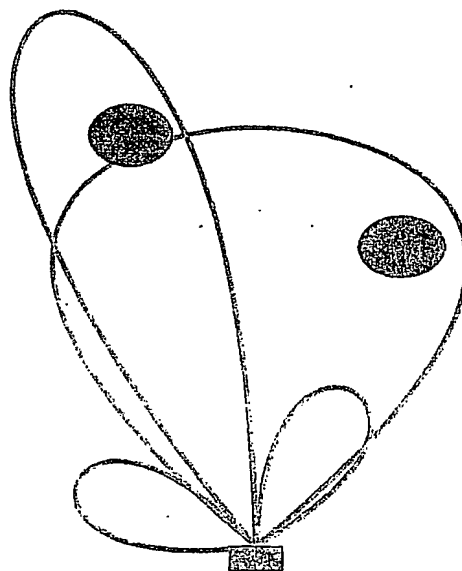


Fig. 3

214

R. 304892

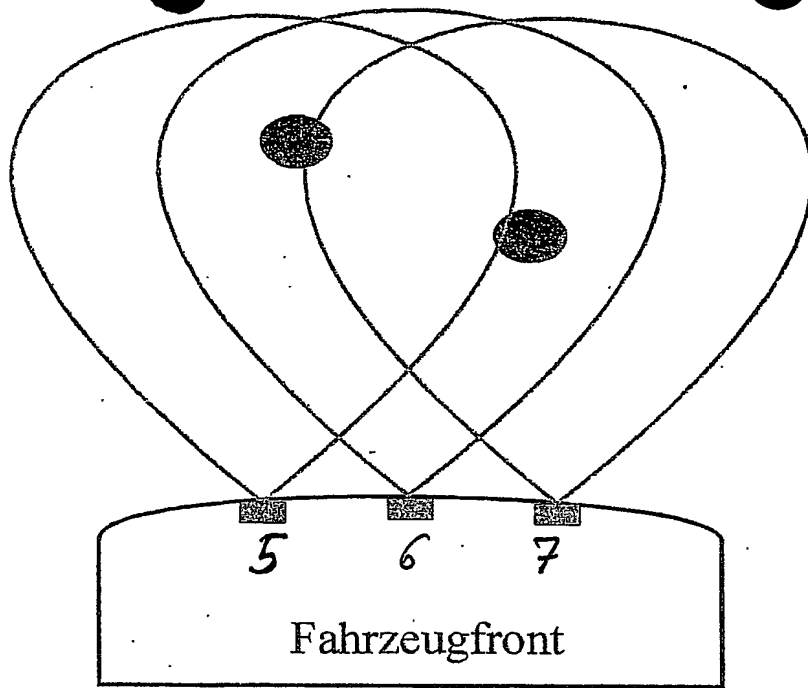


Fig. 4

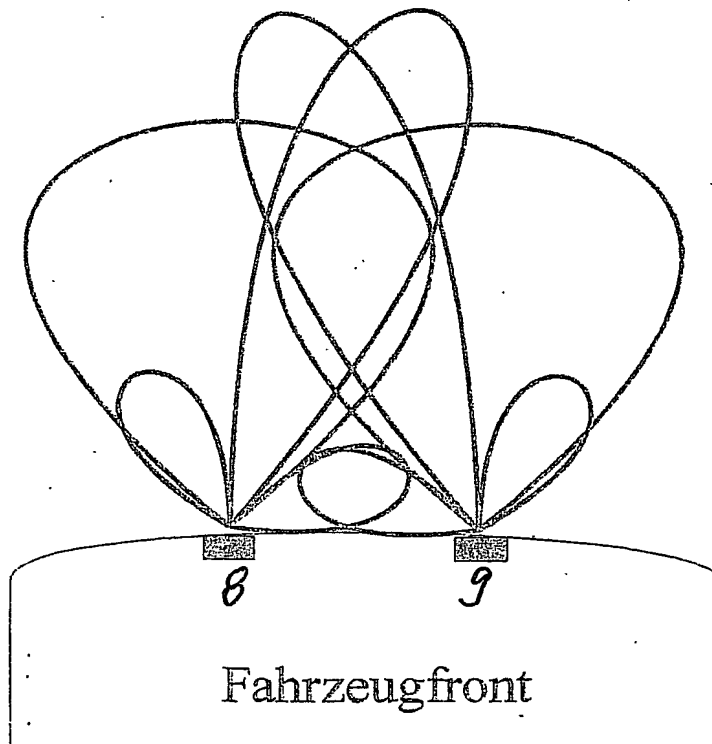


Fig. 5

314

K 504059

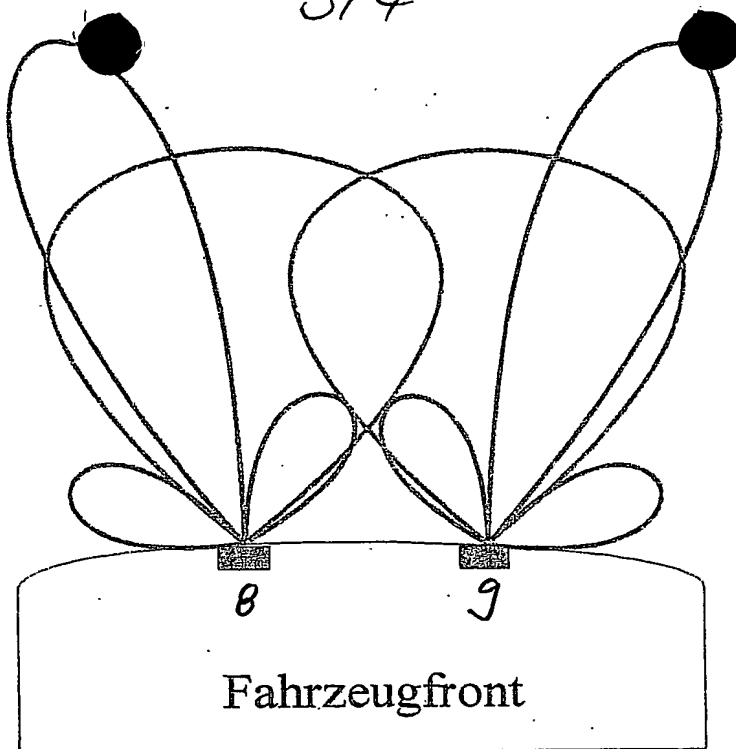


Fig. 6

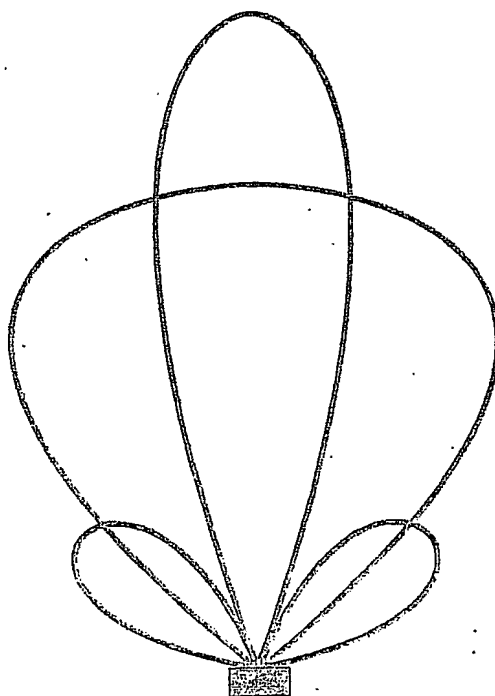


Fig. 7

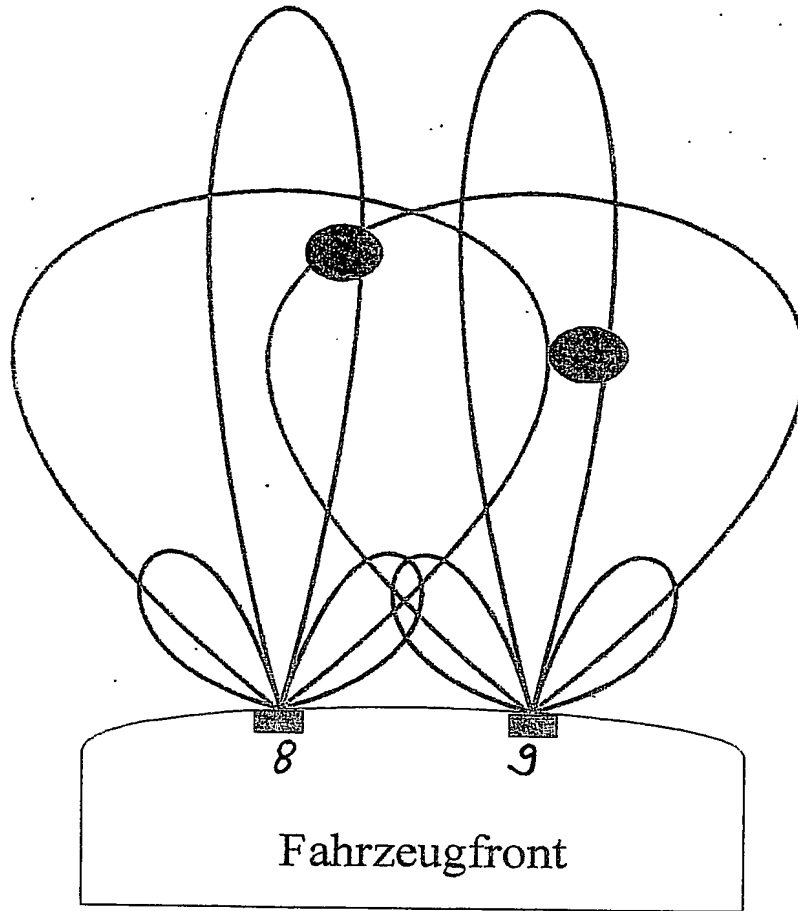


Fig. 8

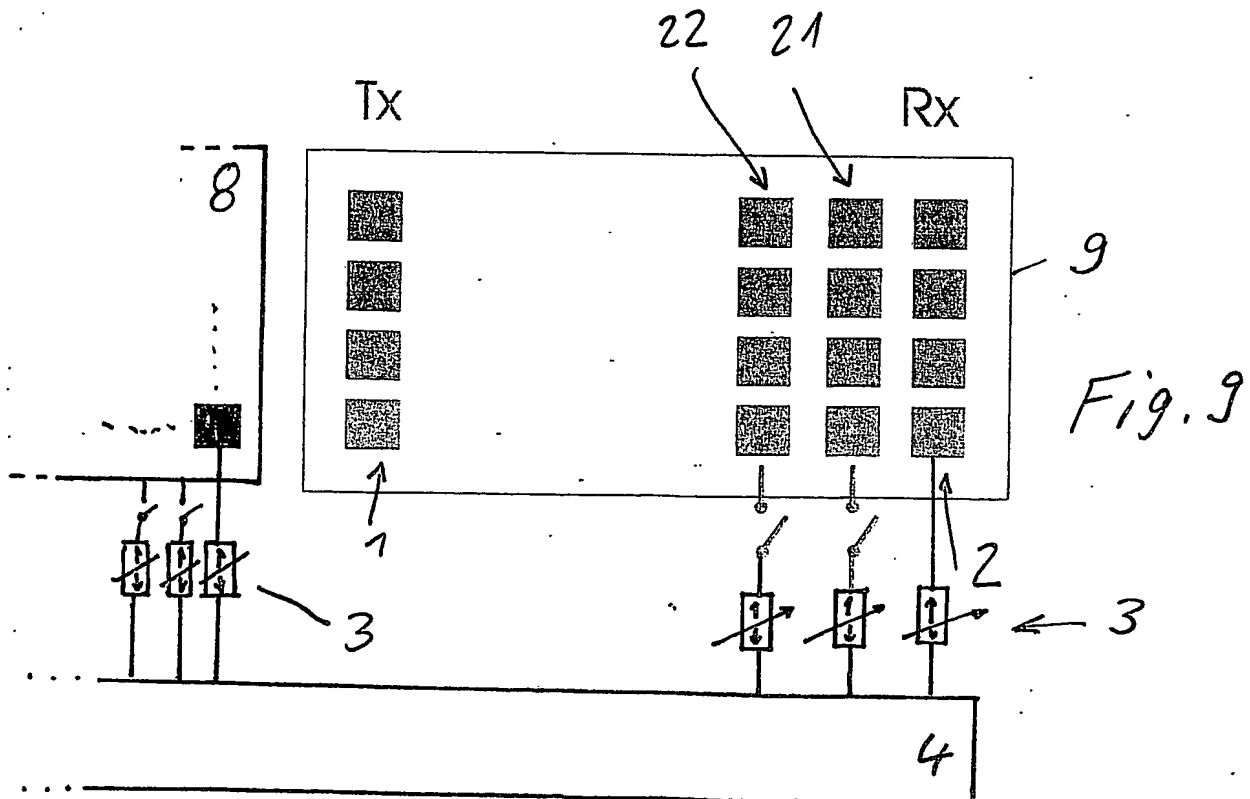


Fig. 9